

10/587307 26 JUL 2006

## Membranfiltereinheit und Verfahren zur Herstellung der Membranfiltereinheit

5

### Beschreibung:

Die Erfindung betrifft eine Membranfiltereinheit für flüssige oder gasförmige Medien mit einem Bündel oder einer beliebig angeordneten Mehrzahl aus an mindestens einer Stirnseite offenen Kapillarmembranen, die in einem zu dem offenen Membranende endnahen Bereich in eine zu einem festen Kopfstück ausgehärtete Dichtungsschicht eingegossen sind, wobei die offenen Membranenden an der Außenseite der Dichtungsschicht vorstehen.

Die zur Membranfiltration eingesetzten Kapillarmembranen können je nach Ausführung und Anwendungsfall Außendurchmesser zwischen 200 µm und etwa 5 mm aufweisen. Um eine ordnungsgemäße Funktion bei der Membranfiltration sicherzustellen, müssen die Kapillarmembranen fehlerstellenfrei in das Kopfstück eingegossen sein. Ferner muss sichergestellt werden, dass die Kapillarmembranen bei der Herstellung des als Gießteil gefertigten Kopfstückes endseitig nicht verklebt, verstopft oder mechanisch beschädigt werden. Mechanische Bearbeitungen durch Schneiden ist zu vermeiden, da viele Membranmaterialien bei einer mechanischen Bearbeitung ausfasern.

Bei einem aus US 5 639 373 bekannten Verfahren zur Herstellung einer Membranfiltereinheit mit den eingangs beschriebenen Merkmalen wird das Ende des Membranbündels in eine flüssige Schicht eingetaucht, die zu einem festen Träger erstarrt. Anschließend wird auf diese Trägerschicht die aus Kunststoffmasse bestehende Dichtungsschicht aufgebracht und die Kapillarmembranen in der Kunststoffmasse eingegossen. Nach Aushärten der Kunststoffmasse wird die Trägerschicht wieder verflüssigt und entfernt, wobei die Enden der Kapillarmembranen freigelegt werden. Fertigungstechnische Probleme ergeben sich bei einer engen Packung der Kapillarmembranen infolge von Kapillarkräften, die zwischen den Kapillarmembranen wirken. Wenn das Membranbündel in die Flüssigkeit eingetaucht wird, steigt die Flüssigkeit an der Außenseite der Kapillar-

membranen nach Maßgabe der wirkenden Kapillarkräfte nach oben. Bei der nachfolgenden Fertigung des Kopfstückes wird das Eindringen der Kunststoffmasse von außen in das Innere des Membranfaserbündels behindert und ist ein sicheres  
5 Umschließen der einzelnen Membranfasern mit Kunststoffmasse nicht mehr gewährleistet.

Bei einem aus US 6 294 039 bekannten Verfahren werden die in das Kopfstück einzugießenden Membranen mit ihrem freien Ende in eine Schicht aus feinteiligen  
10 Feststoffen eingesetzt, auf die zu einem Kopfstück aushärtende Kunststoffmasse aufgebracht wird. Nachdem das Kopfstück ausgehärtet ist, wird die Feststoffschicht wieder entfernt, wobei die Enden der Kapillarmembranen freigelegt werden. Das Verfahren ist fertigungstechnisch insofern nachteilig, als nur eine verhältnismäßig geringe Zahl von Kapillarmembranen gleichzeitig in die Fest-  
15 stoffschicht eingetaucht werden kann, da das Material nur eine geringe Verdrängung erlaubt.

Aus WO 01/85315 ist ein Verfahren unter Verwendung einer flüchtigen Flüssigkeit, einer Suspension oder eines Gels bekannt, in die bzw. in das die Enden der  
20 Kapillarmembranen eingetaucht werden. Die Kapillarmembranen werden daraufhin in eine Dichtungsmasse eingegossen. Die Substanz, in die die Enden der Kapillarmembranen eingetaucht sind, weist eine relativ hohe Viskosität auf, um ein signifikantes Kriechen der Substanz infolge von Kapillarkräften zu vermeiden. Auch bei diesem Verfahren kann jedoch nicht verhindert werden, dass die Substanz an  
25 der Außenseite der Kapillarmembranen etwas nach oben steigt. Deshalb ergeben sich auch hier fertigungstechnische Probleme.

Allen genannten Herstellungsverfahren ist gemeinsam, dass in einem ersten Verfahrensschritt die offenen Enden der Kapillarmembranen zunächst in eine  
30 Schicht eingetaucht werden, die während des Eingießens der Kapillarmembranen einen Kontakt der Enden mit dem Gießmaterial verhindert. Nachdem das Kopfstück ausgehärtet ist, müssen die Enden der Kapillarmembranen durch das Entfernen dieser Schicht wieder freigelegt werden. Die bekannten Herstellungsverfahren sind daher relativ aufwendig.

In EP 0 771 233 B1 wird ein Verfahren zur Herstellung von Kopfstücken einer Membranfiltereinheit beschrieben, bei dem Kapillarmembranen durch einen als Lochplatte aus gebildeten Boden einer Gießform geführt werden. In die Gießform wird ein viskoses Gießmaterial gegeben, welches den Freiraum zwischen den  
5 Kapillarmembranen ausfüllt und zu einem festen Kopfstück aushärtet. Das Kopfstück wird mit den Kapillarmembranen anschließend aus der Gießform herausgezogen. In einem letzten Verfahrensschritt wird das Kopfstück durchgeschnitten, um die Kapillarmembranen zu öffnen. Nach dem Aufschneiden des Kopfstückes schließen die offenen Enden der Kapillarmembranen plan mit der Außenfläche der  
10 ausgehärteten Dichtungsschicht ab. Für Kapillarmembranen, die bei einer mechanischen Bearbeitung ausfasern, ist das Verfahren ungeeignet.

Ausgehend von der beschriebenen Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Membranfiltereinheit mit den eingangs beschriebenen Merkmalen  
15 anzugeben, deren Kopfstück ohne mechanische Bearbeitung auf einfache Weise fehlerfrei herstellbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Dichtungsschicht auf einem Abstandshalter angeordnet ist, der eine von den Kapillarmembranen durchdrungene und für das zur Dichtungsschicht aushärtende Gießmaterial undurchlässige Schicht aufweist. Bei der Herstellung der Membranfiltereinheit wird zweckmäßigerweise auf die den offenen Enden der Kapillarmembranen zugewandten Seite des Abstandshalters eine die Gesamtheit oder einzelne Gruppen der zu verarbeitenden Kapillarmembranen umschließende Wandung aufgesetzt, die  
20 gemeinsam mit dem einen Boden bildenden Abstandshalter die Gießform für die Dichtungsschicht bildet. Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, dass an den Abstandshalter ein Kragen angeformt ist, der einen Aufnahmeraum für das Gießmaterial bildet und als Gießform nutzbar ist. Insbesondere kann die Wandung auch integraler Bestandteil eines Kopfstückes sein, das einen Permeatsammelraum aufweist, welches in Fluidkommunikation mit den aus dem Gießmaterial  
25 herausragenden offenen Membranenden ist. Durch das Befüllen der Gießform erfolgt die Herstellung des Kopfstückes, wobei die für das Gießmaterial undurchlässige Schicht des Abstandshalters ein Ausfließen des Gießmaterials aus der Gießform verhindert. Die Höhe der Gießschicht wird hierbei so bemessen, dass  
30

die offenen Enden der Kapillarmembranen unverschlossen bleiben. Auf diese Weise lassen sich fehlerfreie Kopfstücke problemlos herstellen. Bei der erfindungsgemäßen Membranfiltereinheit können strukturierte Anordnungen der Kapillarmembranen, wie z.B. sternförmige, ringförmige oder rechteckige Geometrien, problemlos realisiert werden. Solche Anordnungen erlauben beispielsweise die Reinigung der Kapillarmembranen während des Betriebs durch zentrale Luftbegasung. Durch den Abstandshalter ist es möglich, einen definierten Abstand zwischen den einzelnen Kapillarmembranen sicherzustellen. Hierdurch ist gewährleistet, dass jede einzelne Kapillarmembran vom Gießmaterial fehlerfrei umschlossen wird. Der Abstandshalter kann ferner mit Zuleitungen, z.B. für eine Luftbegasung, versehen sein.

Der Abstandshalter kann aus einer Lochplatte bestehen, deren Öffnungen die Kapillarmembranen im Wesentlichen ohne Spalt umschließen. In diesem Fall werden die Kapillarmembranen durch die Öffnungen der Lochplatte hindurchgeschoben. Anschließend wird das Gießmaterial auf die Oberseite des Abstandshalters aufgebracht. Die Lochplatte kann beispielsweise aus Metall oder Kunststoff oder einem elastomeren Material bestehen.

Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, dass der Abstandshalter aus einem flexiblen Kunststoffband besteht, welches Öffnungen oder seitliche Schlitzte zur Aufnahme der Kapillarmembranen aufweist. Das Kunststoffband kann spiralförmig aufgewickelt werden, oder es können Abschnitte des Kunststoffbandes zu einem mehrlagigen Paket zusammengefasst werden.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Abstandshalter eine Funktionsschicht aus feinteiligem Feststoff und/oder einer weichen Substanz und/oder einer Folie aufweist, die von den Enden der Kapillarmembranen vor dem Gießprozess durchstoßen wird. Beispielsweise bei größeren Kapillardurchmessern kann es hierbei zweckmäßig sein, die offenen Membranenden zunächst mit einer Substanz zu verschließen, die nach dem Durchstoßen leicht wieder entfernt werden kann. Die Funktionsschicht kann in einem mit Öffnungen versehenen Träger angeordnet sein.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung der beschriebenen Membranfiltereinheit. Bei diesem Verfahren werden Kapillarmembranen mit einem überstehenden Ende in einen Abstandshalter eingesetzt, der eine von den Kapillarmembranen durchdrungene und für Gießmaterial undurchlässige Schicht aufweist. Auf den Abstandshalter wird dann eine Dichtungsschicht aus viskosem Gießmaterial aufgebracht, welches den Freiraum zwischen den an der Oberseite des Abstandshalters vorstehenden Kapillarmembranen bis zu einem Niveau unterhalb der Membranenden ausfüllt und zu einem festen Kopfstück aushärtet. Bevorzugte Ausgestaltungen dieses Verfahrens sind den Ansprüchen 8 bis 16 beschrieben und werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen schematisch,

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Membranfiltereinheit während des Herstellungsprozesses,
- Fig. 2 bis 5 weitere Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Lehre,
- Fig. 6 den Schnitt A-A aus Fig. 3.

Die Figuren zeigen eine Membranfiltereinheit für flüssige oder gasförmige Medien mit einem Bündel oder einer beliebig angeordneten Mehrzahl aus an mindestens einer Stirnseite offenen Kapillarmembranen 1, die in einem zu dem offenen Membranende 2 endnahen Bereich in eine zu einem festen Kopfstück ausgehärtete Dichtungsschicht 3 eingegossen sind. Den Darstellungen entnimmt man, dass die offenen Membranenden 2 an der Oberseite der Dichtungsschicht 3, also an der Außenseite des Kopfstückes, vorstehen. Die Dichtungsschicht 3 wird an ihrer von den offenen Enden 2 der Kapillarmembranen 1 abgewandten Seite auf die nach oben zeigende Seite eines Abstandshalters 4 aufgetragen. Der Abstandshalter 4 weist eine von den Kapillarmembranen 1 durchdrungene und für das zur Dichtungsschicht 3 ausgehärtete Gießmaterial undurchlässige oder zumindest weitgehend undurchlässige Schicht auf. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 besteht der Abstandshalter 4 aus einer Lochplatte, deren Öffnungen 5 die Kapillarmembranen im Wesentlichen ohne Spalt umschließen. Je nach Ausführung können die Öffnungen oder ein Teil der Öffnungen der Lochplatte aufgeweitet oder

gedehnt werden. Die Beschickung der Lochplatte mit den Kapillarmembranen kann z. B. durch Einstecken oder Einziehen erfolgen.

Bei der Herstellung der Membranfiltereinheit werden die Kapillarmembranen 1 mit  
5 einem überstehenden Ende in die Lochplatte 4 eingesetzt, indem die Kapillarmembranen 1 die Lochplatte 4 durchdringen. Danach wird oberseitig auf die Lochplatte 4 eine Wandung 6 aufgesetzt, die gemeinsam mit der einen Boden bildenden Lochplatte 4 eine Gießform für die Dichtungsschicht 3 bildet. Die aus viskosem Gießmaterial bestehende Dichtungsschicht 3 wird anschließend auf die  
10 Lochplatte 4 aufgebracht. Das Gießmaterial füllt den Freiraum zwischen den an der Oberseite der Lochplatte 4 vorstehenden Enden der Kapillarmembranen 1 aus und härtet zu einem festen Kopfstück aus. Aus den Figuren ist ferner ersichtlich, dass jeder Öffnung 5 der Lochplatte 4 jeweils eine Kapillarmembran 1 zugeordnet wird. Dies gewährleistet ein fehlerfreies Umschließen jeder einzelnen Kapillarmembran 1 durch das Gießmaterial. Ferner können hierdurch strukturierte Anordnungen der Kapillarmembranen 1 problemlos realisiert werden. Die oberhalb der  
15 Lochplatte 4 vorstehenden Enden 2 der Kapillarmembranen 1 bleiben beim Aufbringen des Gießmaterials unverschlossen. Das Gießmaterial wird im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 neben den Kapillarmembranen 1 an der Oberseite des Abstandshalters 4 durch einen Zuführkanal 7 zugeführt. Im Rahmen der Erfindung liegt es, dass die Dichtungsschicht 3 in einer oder mehreren Lagen auf die Lochplatte 4 aufgebracht wird. Bei einem mehrlagigen Auftragen der Dichtungsschicht ist die jeweils untere Lage zumindest teilweise ausgehärtet, bevor die nächste Lage aufgebracht wird. Der mehrlagige Aufbau kann sich vorteilhaft auf die physikalischen Eigenschaften der Dichtungsschicht 3 auswirken. Als Gießmaterial  
20 können thermoplastische oder duoplastische Kunststoffe, beispielsweise Polyurethan- oder Epoxidharze, verwendet werden. Nachdem das Gießmaterial ausgehärtet ist, kann die Wandung 6 bei Bedarf entfernt werden.

30 Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist an den Abstandshalter 4 ein Kragen 8 angeformt, der einen Aufnahmeraum für das Gießmaterial bildet. Der mit einem Kragen 8 ausgebildete Abstandshalter 4 bildet eine verlorene Gießform 14. Diese weist im Ausführungsbeispiel eine oder mehrere Öffnungen 15 auf, durch die das Gießmaterial zugeführt wird. Im Ausführungsbeispiel ist das die Gießform 14 bildende Bauteil zusätzlich mit einem Rohrstutzen 9 versehen, der zur Begasung  
35

der Membranfiltereinheit genutzt werden kann. Eine weitere bevorzugte Möglichkeit zur Zuführung des Gießmaterials ist in Fig. 3 dargestellt. Das Gießmaterial wird hierbei durch ein Rohr 16 zugeführt, welches den Rohrstutzen 9 des Bauteils 14 mit einem Ringspalt umgibt.

5

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 weist der Abstandshalter 4 eine Funktionsschicht 10 aus einer weichen Substanz auf, die von den Enden der Kapillarmembranen 1 durchstoßen worden ist. Die Funktionsschicht 10 ist in einem mit Öffnungen versehenen Träger angeordnet. Anstelle einer weichen Substanz kann auch ein feinteiliger Feststoff und/oder eine Folie verwendet werden.

10

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 besteht der Abstandshalter 4 aus einem flexiblen Kunststoffband 12, welches Öffnungen oder seitliche Schlitz 13 zur Aufnahme der Kapillarmembranen 1 aufweist. Die Kapillarmembranen 1 werden in die seitlichen Schlitz 13 bzw. Öffnungen des Kunststoffbandes 12 eingesetzt, das zu einer Spirale aufgewickelt wird. Anstelle der in Fig. 5 dargestellten spiralförmigen Anordnung können Abschnitte des Kunststoffbandes 12 auch zu einem mehrlagigen Paket zusammengefasst werden.

15

Bei der erfindungsgemäßen Membranfiltereinheit können strukturierte Anordnungen der Kapillarmembranen, z. B. sternförmige, ringförmige oder rechteckige Geometrien problemlos realisiert werden. Bei der in Fig. 6 dargestellten Anordnung sind die Kapillarmembranen 1 in Kreissegmenten gebündelt. Zwischen den Kreissegmenten verbleibt ein Freiraum, der eine rohwasserseitige Strömung bis ins Innere des Membranfaserbündels ermöglicht.

20

25

## Patentansprüche:

1. Membranfiltereinheit für flüssige oder gasförmige Medien mit einem Bündel  
oder einer beliebig angeordneten Mehrzahl aus an mindestens einer Stirnseite  
5 offenen Kapillarmembranen (1), die in einem zu dem offenen Membranende (2)  
endnahen Bereich in eine zu einem festen Kopfstück ausgehärtete Dichtungsschicht (3) eingegossen sind, wobei die offenen Membranenden (2) an der  
Außenseite der Dichtungsschicht (3) vorstehen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Dichtungsschicht (3) auf einem Abstandshalter (4) ange-  
10 ordnet ist, der eine von den Kapillarmembranen (1) durchdrungene und für das zur  
Dichtungsschicht (3) aushärtende Gießmaterial undurchlässige Schicht aufweist.
2. Membranfiltereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Abstandshalter (4) aus einer Lochplatte besteht, deren Öffnungen (5) die  
15 Kapillarmembranen (1) im Wesentlichen ohne Spalt umschließen.
3. Membranfiltereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Abstandshalter (4) aus einem flexiblen Kunststoffband (12) besteht, welches  
Öffnungen oder seitliche Schlitze (13) zur Aufnahme der Kapillarmembranen (1)  
20 aufweist.
4. Membranfiltereinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das  
Kunststoffband (12) spiralförmig gewickelt ist oder dass Abschnitte des  
Kunststoffbandes zu einem mehrlagigen Paket zusammengefasst sind.  
25
5. Membranfiltereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Abstandshalter (4) eine Funktionsschicht aus feinteiligem Feststoff und/oder einer  
weichen Substanz und/oder einer Folie aufweist, die von den Enden der Kapillar-  
membranen durchstoßen worden ist.  
30
6. Membranfiltereinheit nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Funktionsschicht in einem mit Öffnungen versehenen Träger angeordnet ist.



7. Verfahren zur Herstellung einer Membranfiltereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6

5 wobei Kapillarmembranen mit einem überstehenden Ende in einen Abstandshalter eingesetzt werden, der eine von den Kapillarmembranen durchdrungene und für Gießmaterial undurchlässige Schicht aufweist, und

10 wobei auf den Abstandshalter eine Dichtungsschicht aus viskosem Gießmaterial aufgebracht wird, welches den Freiraum zwischen den an der Oberseite des Abstandshalters vorstehenden Kapillarmembranen bis zu einem Niveau unterhalb der Membranenden ausfüllt und zu einem festen Kopfstück aushärtet.

15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Platte mit Öffnungen verwendet wird, in welche die Kapillarmembranen eingeführt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Öffnung jeweils eine Kapillarmembran zugeordnet wird.

20 10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandshalter eine für das Gießmaterial undurchlässige Schicht aufweist, die beim Einsetzen der Kapillarmembranen durchstoßen wird.

25 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die beim Einsetzen der Kapillarmembranen durchstoßene Schicht aus feinteiligem Feststoff, einer weichen Substanz oder einer Folie besteht.

30 12. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillarmembranen in Öffnungen oder seitliche Schlitzte eines Kunststoffbandes eingesetzt werden und dass das Kunststoffband zu einer Spirale aufgewickelt oder Abschnitte des Kunststoffbandes zu einem Paket zusammengefasst werden.

35 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die oberhalb des Abstandshalters vorstehenden Enden der Kapillarmembranen beim Aufbringen des Gießmaterials unverschlossen bleiben.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Gießmaterial neben den Kapillarmembranen an der Oberseite des Abstandshalters zugeführt wird.
- 5 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Gießmaterial durch eine oder mehrere Öffnungen eines das Gießmaterial aufnehmenden Bauteils zugeführt wird.
- 10 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsschicht in mehreren Lagen auf dem Abstandshalter aufgebracht wird, wobei die jeweils untere Lage zumindest teilweise ausgehärtet ist, bevor die nächste Lage aufgebracht wird.

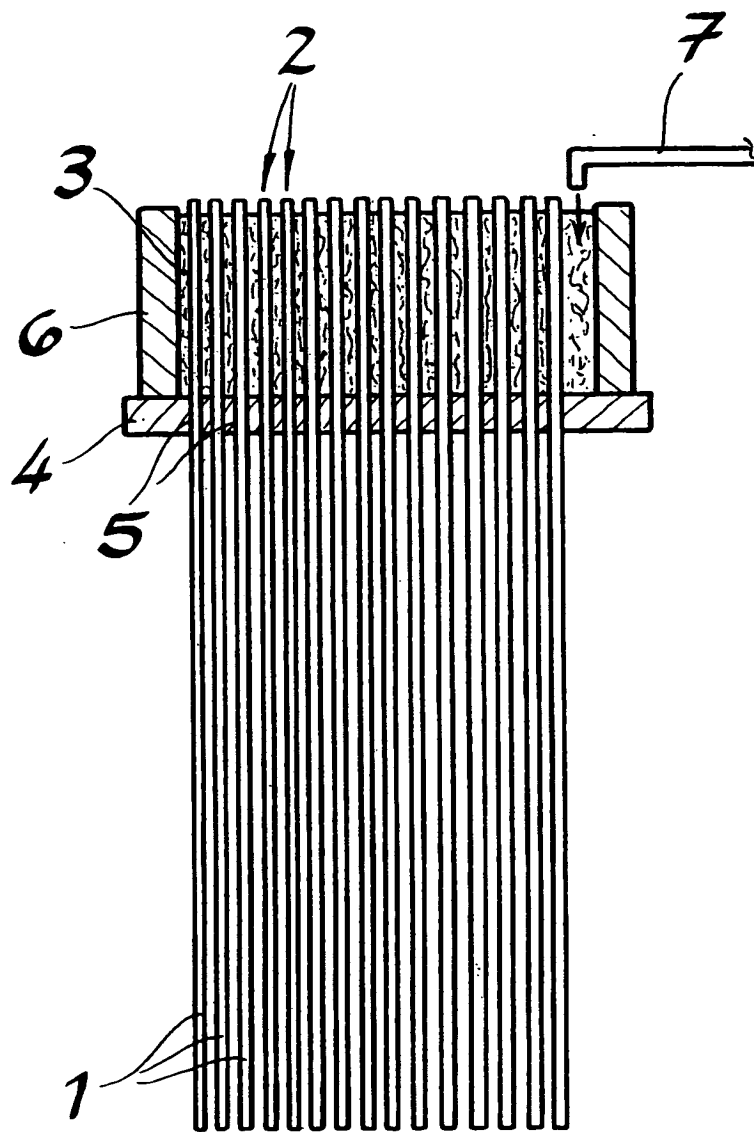
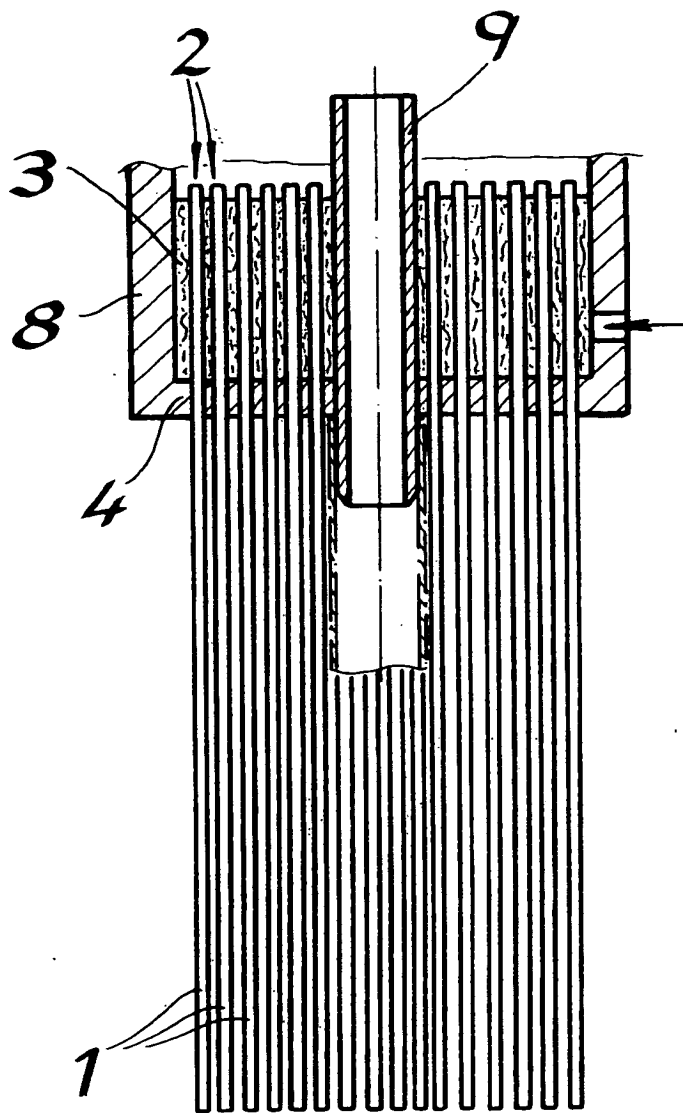
Fig. 1

Fig. 2

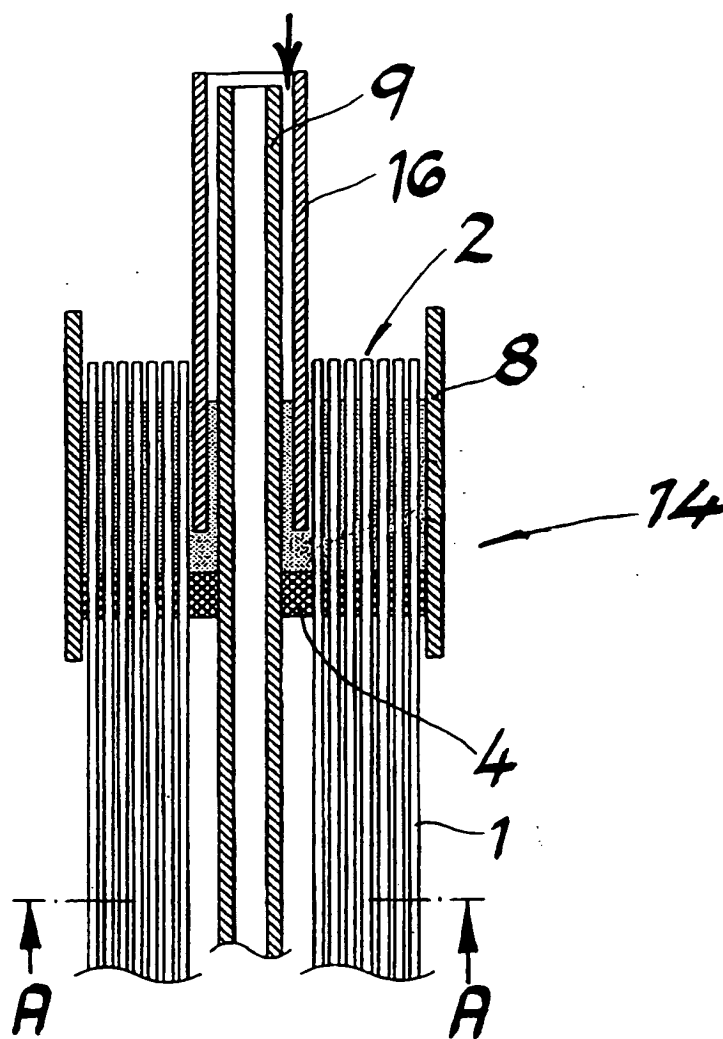


Fig. 3

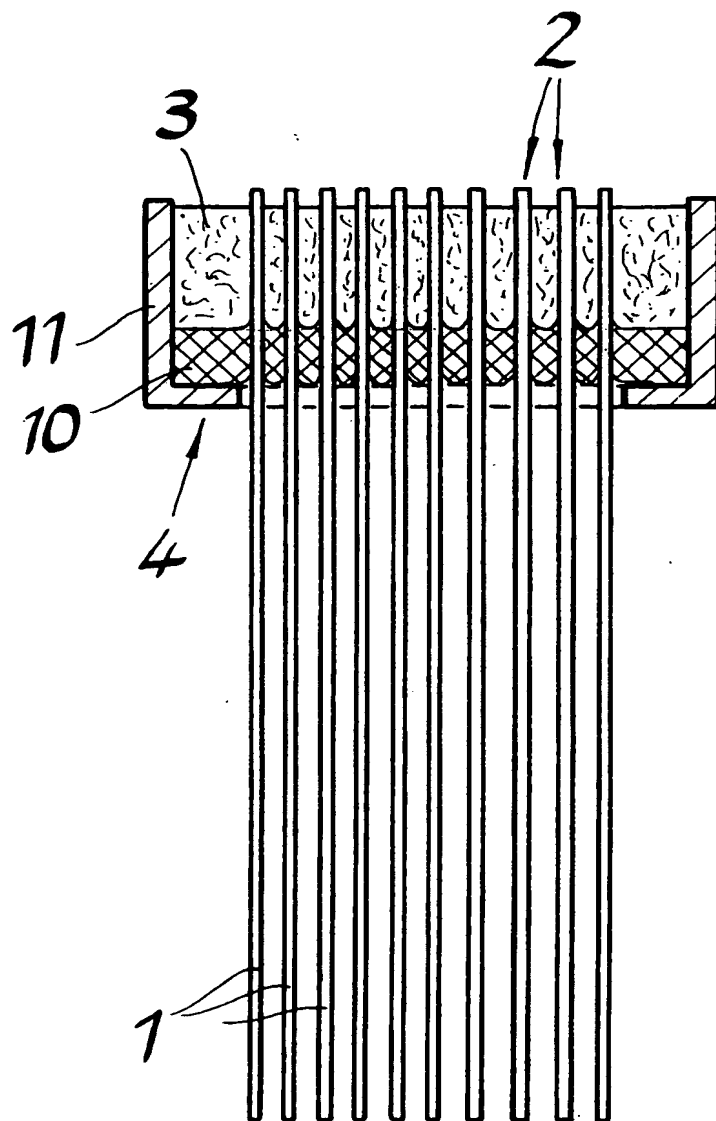
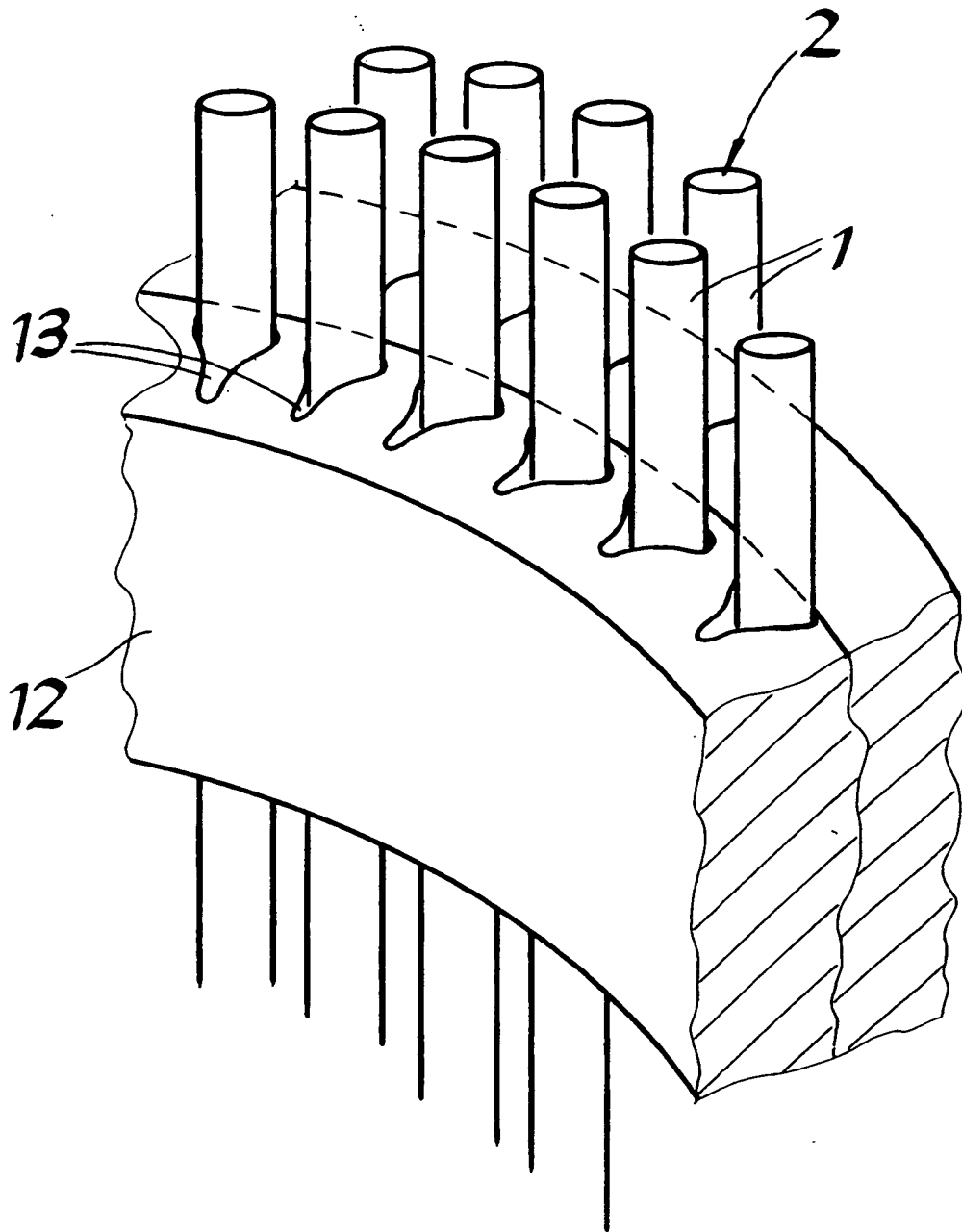
Fig. 4

Fig. 5

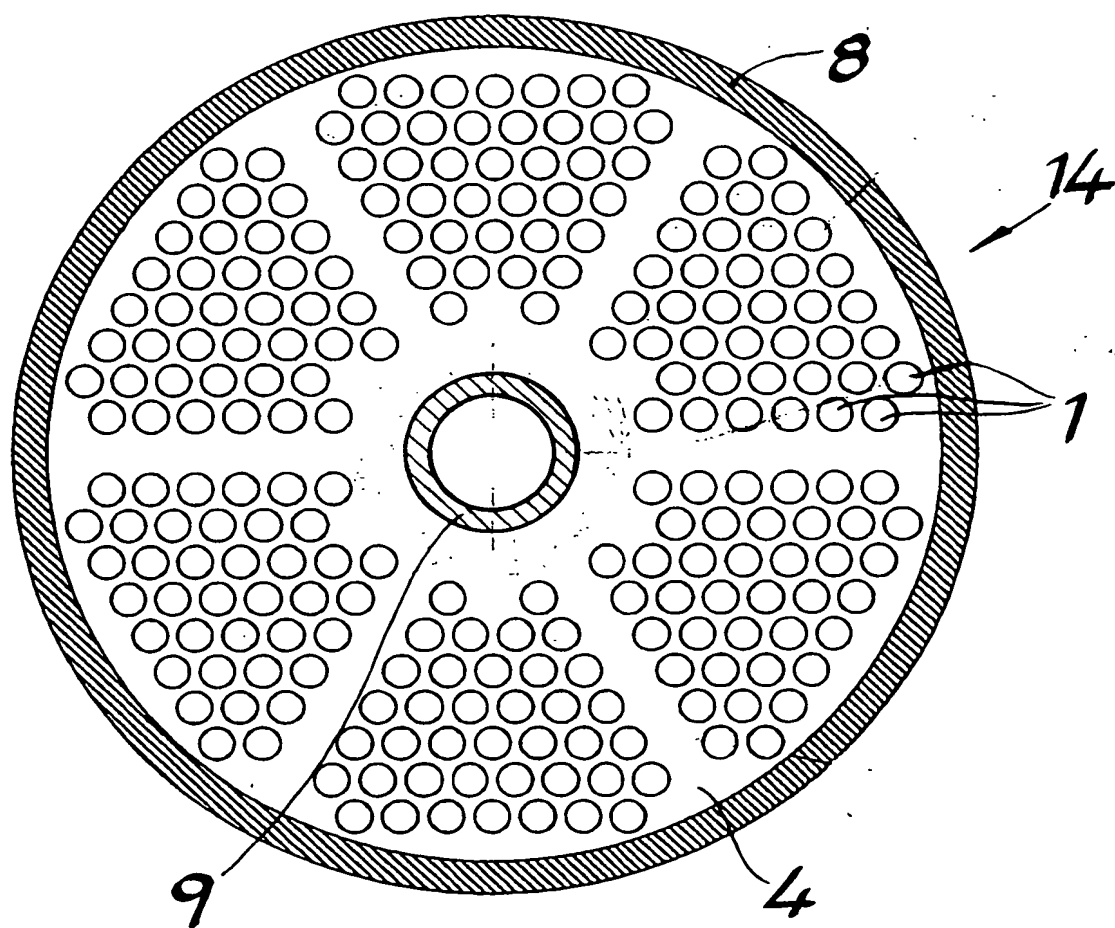


Fig. 6